

ONDERZOEK

EVALUATIE VAN TANDPASTA'S

P. A. VINGERLING J. G. C. WOLKE
A. A. DRIESSEN K. DE GROOT

*Uit de afdeling Materiaalkunde
van de Vrije Universiteit te Amsterdam.
Hoofd: Prof. Dr. K. de Groot.*

Trefwoorden: Materiaalkunde – Preventieve tandheelkunde – Tandpasta

Inleiding

Reiniging van het gebit is noodzakelijk om een aantal stoffen, zoals voedselresten, tandplaque, pellicel en tandsteen (Schwartz, 1969), te verwijderen. De eerste twee kunnen zonder meer met tandenborstel en water verwijderd worden. De pellicel – een organische laag die direct aan het glazuur hecht – is in staat stoffen te absorberen, waardoor een kleuraanslag ontstaat. Om deze te verwijderen heeft men een slijpmiddel nodig.

Tandsteen is gemineraliseerde plaque, die niet door tanden poetsen verwijderd kan worden. Een slijpmiddel in de tandpasta is dus alleen nodig om de kleuraanslag, waar vrijwel iedereen last van heeft, te verwijderen.

Een onderzoek van Kitchin (1948) wees uit, dat na een periode van tanden poetsen met water slechts 4% van de onderzochte personen nog vrij was van kleuraanslag op de tanden. Van de overige 96% had 18% een sterke aanslag, 57% een matige en 21% een geringe aanslag.

Het gebruik van een slijpmiddel brengt onvermijdelijk ook ongewenste slijtage van het tandweefsel met zich mee. Dit maakt het noodzakelijk de slijpende werking van tandpasta's te onderzoeken.

Om de verschillende tandpasta's op vergelijkbare wijze te testen is het gewenst het onderzoek onder laboratoriumcondities uit te voeren.

In Groot-Brittannië is enige jaren geleden (BSI, 1974) een norm gepubliceerd, die een aantal eisen aan tandpasta's stelt. In de eerste plaats wordt een bovengrens genoemd voor de slijtage, die aan glazuur en dentine door het poetsen wordt toegebracht.

Naast verschillende andere eisen, waarvoor naar deze norm verwezen kan worden, worden eveneens grenzen gesteld aan de zuurgraad van tandpasta's. De zuurgraad kan van invloed zijn op de slijtage. Immers, zoals bekend, wordt hydroxylapatiet aangetaast in een zure omgeving, zodat het slijpmiddel in de tandpasta onder deze omstandigheden een grotere uitwerking zal hebben.

De normtest wordt niet in de mond, maar in een laboratoriumexperiment uitgevoerd. Verschillende metingen in de mond (Wright, 1969; 1979) wijzen erop, dat de werkelijke slijtage anders is dan in het laboratorium voorspeld wordt. Met name de rangorde van slijpende werking van tandpasta's, verkregen op basis van laboratoriumexperimenten, wordt niet bevestigd door metingen in de mond (Davis, 1978; Saxton, 1978). De formulering in de Britse norm luidt dan ook: 'The limits for abrasivity given in this Standard are based on wide experience currently available for general use. These limits are given *as pass or fail* requirements. Numerical values derived from abrasion tests for toothpastes complying with the requirements given should not be treated as an index of the abrasivity of different toothpastes, as the clinical significance of such differences has not yet been established'.

In verschillende publikaties (Eccles, 1973; Davis, 1977; Radentz, 1976) wordt gewezen op het feit dat ook andere oorzaken slijtage van het tandmateriaal tot gevolg kunnen hebben. Met name het gebruik van voedingsmiddelen met een lage pH kan tot slijtage leiden.

In dit artikel worden de resultaten gegeven van een aantal bepalingen die

Samenvatting:

De slijpende werking van een aantal tandpasta's werd op twee manieren gemeten. Ten eerste door het gewichtsverlies van goud te meten. Ten tweede door slijtage van menselijk dentine te meten met een oppervlakteprofielmeter. Ook werden de deeltjesgrootte van het slijpmiddel, de zuurgraad en het drooggewicht van de tandpasta bepaald.

Als de tandpasta's op hun slijpende werking en zuurgraad beoordeeld worden, blijkt dat alle pasta's veilig genoemd kunnen worden.

Voorgesteld wordt om in de toekomst de slijpende werking van tandpasta's met de oppervlakteprofielmethode te testen. De beoordelingswijze hiervoor is gedeeltelijk ontleend aan de norm, die de British Standards Institution stelt.

aan bekende Nederlandse tandpasta's zijn uitgevoerd.

Op twee verschillende manieren zijn slijtagemetingen uitgevoerd. Daarnaast zijn nog een aantal andere mogelijk relevante parameters bepaald, zoals de zuurgraad, de deeltjesgrootte van het slijpmiddel en het drooggewicht van de tandpasta's, zodat kan worden nagegaan in hoeverre de eigenschappen van de tandpasta voorspellend zijn voor de slijpende werking.

*Methode**Slijtagemetingen*

Uit de literatuur zijn een aantal laboratoriumtechnieken bekend om de slijtage, veroorzaakt door tanden poetsen, te meten. Een aantal van deze methoden, waaronder de door ons gebruikte, zal hier kort besproken worden.

1. Radioactieve methode

Deze methode, die zowel in de Verenigde Staten als in Groot-Brittannië (Grabenstetter, 1958; Wright, 1969, A.D.A., 1970; BSI, 1974) wordt toegepast, maakt gebruik van een activeringsanalyse.

Een geschikt testspecimen van glazuur of dentine wordt bestraald met neutronen. Hierdoor wordt het in het hydroxylapatiet aanwezige fosfor radioactief. Het nu radioactieve testspecimen wordt aan een reeks slijtage-experimenten onderworpen, waarbij steeds een standaardpasta met een testpasta wordt vergeleken. De stralingsactiviteit van de tandpasta na het experiment is een maat voor de slijtage. Het risico bestaat echter, dat de eigenschappen

van het tandmateriaal veranderen door de bestraling (Davis, 1975).

2. Oppervlaktestrategie-methode

De mate waarin glazuur of dentine slijt kan ook gemeten worden met behulp van een profilometer (Ashmore, 1972; Davis, 1976).

Het testspecimen dient hiertoe vooraf vlak gepolijst te worden. Na het slijtage-experiment wordt het oppervlaktestrategie-profiel loodrecht op de poetsrichting opgemeten. De gemiddelde diepte van de ingeslepen groef is een maat voor de slijtage.

Voor alle experimenten op natuurlijk materiaal geldt, dat men rekening moet houden met de veranderlijke eigenschappen van het materiaal.

De uitkomsten die met een testpasta verkregen zijn, worden steeds vergeleken met de uitkomsten die met een standaardpasta op hetzelfde testspecimen zijn gevonden. Het éénmalig meten van de slijtage veroorzaakt door een testpasta omvat de volgende cyclus van handelingen:

1. Polijsten van het testspecimen.
2. Poetsexperiment met standaardpasta.
3. Meting van de slijtage.

Deze cyclus wordt herhaald maar nu met de te testen tandpasta. Tenslotte wordt nogmaals de standaardpasta gebruikt. Als de beide uitkomsten met de standaardpasta niet te ver uiteen liggen, kunnen de uitkomsten geaccepteerd worden. Een maat voor de slijtage is de verhouding van de gemiddelde groefdiepten verkregen met testpasta en standaardpasta.

Het voordeel van deze methode is, dat het tandmateriaal niet wordt aangetast, zoals dat mogelijk met de radioactieve methode gebeurt. De groefdiepte geeft ook direct inzicht in de aantasting van het tandoppervlak door het poetsexperiment.

3. Bepaling van gewichtsverlies

De directe afname van het gewicht na het poetsexperiment is op zich de beste maat voor de slijtage. Een nadeel is, dat men langdurig moet poetsen om tot een meetbare gewichtsafname te komen, zodat glazuur en dentine niet erg geschikt zijn. Deze materialen hebben een laag soortelijk gewicht en ze bevatten water in wisselende hoeveelheden, zodat een nauwkeurige gewichtsbepaling niet goed mogelijk is. Daarom kunnen beter andere materialen gebruikt worden.

Goud, gebruikt voor het vervaardigen van tandheelkundige restauraties, is een geschikt materiaal voor een vergelijkend experiment.

Uit experimenten is gebleken dat het niet mogelijk is de slijtage van goud met de oppervlaktestrategie-methode te bepalen. Niet alleen is de veroorzaakte slijtage veel geringer, maar ook, en belangrijker, wordt het goud door het poetsen plastisch vervormd. Het profiel is dan geen maat voor

slijtage meer. Hieruit blijkt ook al dat goud niet het meest geschikte materiaal is voor dit soort bepalingen. Door de afwijkende mechanische eigenschappen zal de slijtage-rangorde voor goud anders uitvallen dan voor dentine.

In dit onderzoek worden de resultaten gegeven van poetsexperimenten, die met een aantal op de Nederlandse markt verkrijgbare tandpasta's zijn uitgevoerd op goud (meting gewichtsverlies) en op dentine (meting oppervlaktestrategie-profiel).

Overige bepalingen

Om de mogelijke invloed van een aantal andere parameters op het slijtagegedrag van tandpasta's na te gaan, zijn een aantal andere bepalingen gedaan. Omdat het om betrekkelijk eenvoudige metingen gaat, worden zonder commentaar de verschillende bepalingen gevolgd door een korte omschrijving.

1. Drooggewicht

Gedurende drie uur werden de tandpasta's op 105 °C gehouden (NEN 5324). Het eindgewicht wordt gegeven als percentage van het begingewicht.

2. Zuurgraad

Gemeten is de pH van een mengsel van 1 gewichtsdeel tandpasta in 50 gewichtsdeelen water.

3. Deeltjesgrootte van het slijpmiddel

Deze grootte is met een fijnheidsmeter gemeten (ASTM, 1964). De fijnheidsmeter is een hulpmiddel om snel een indruk te krijgen van de deeltjesgrootte van deeltjes in een vloeistof. In een metalen blok is een brede sleuf gemaakt met een diepte, die lineair toeneemt van 0 tot 50 µm. Een druppel tandpasta wordt met behulp van een speciaal mes door deze sleuf geschoven. Op de plaats waar de vaste deeltjes achterblijven kan men de diepte van de sleuf en daarmee de deeltjesgrootte aflezen.

Materialen

Slijtagemetingen

Voor het onderzoek werden twee verschillende borstelmachines gebruikt om de slijtage door tandpasta's te meten. Het principe van beide borstelmachines is echter gelijk.

In een heen en weer gaande beweging wordt een tandenborstel over het te testen oppervlak bewogen. De borstelslag is daarbij de afstand, die de borstel in één richting (heen of weer) aflegt. De borstelfrequentie geeft het aantal borstelslagen aan per minuut. Een heen én weer gaande slag telt daarbij als twee slagen.

Slijtage proeven op goud (meting van gewichtsverlies)

Voor deze experimenten werd een zesvoudige opstelling gebruikt met de volgende specificaties:

borstelfrequentie	120 borstelslagen per minuut;
borstelslag	65 mm;
borsteldruk	0,6 N;
type tandenborstel	Lactona Multitufted ^{*)} .

Eigenschap van het goud:

type	Degulor M (Degussa);
hardheid	HV 240;
oppervlak testblok	4×6 mm.

De tandpasta werd gebruikt in een constante verdunning van 2 gewichtsdeelen pasta op 1 gewichtsdeel water.

Om de slijtage van het goud te kunnen meten was het noodzakelijk 50.000 borstelslagen te poetsen.

Slijtageproeven op dentine (oppervlaktestrategie-profiel-methode)

Voor deze experimenten werd de methode gevolgd, zoals beschreven door Ashmore (1972) met één uitzondering: in plaats van één tuft werd de gehele borstel gebruikt.

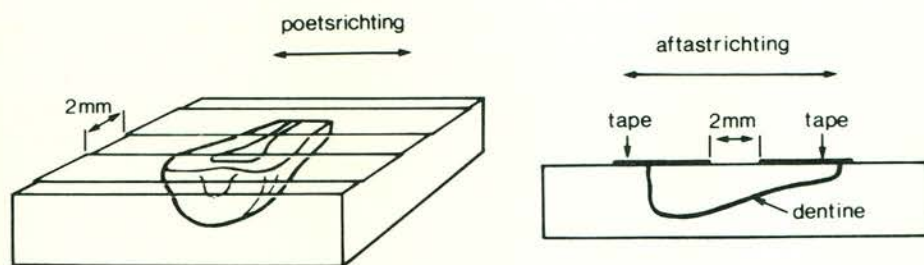
Het testmateriaal dentine was afkomstig van gezonde volwassen menselijke tanden. Deze tanden zijn steeds onder water bewaard om uitdroging te voorkomen. Voor het poetsexperiment wordt een tand ingebed in Sevriton en vervolgens vlakgeslepen. Het resultaat is een blokje zoals in afbeelding 1 is te zien. Dit blokje wordt vervolgens afgeplakt, zodat een strook dentine vrij blijft. Over deze strook wordt de tandenborstel bewogen. Het geheel bevindt zich in een bakje met het tandpasta-watermengsel. Na het poetsexperiment wordt het plakband verwijderd. Loodrecht op de poetsrichting wordt nu de diepte van de ontstane groef opgemeten met de profilometer.

De groefdiepte werd gemeten met een Tallysurf 4 oppervlaktestrategie-profielmeter met een horizontale vergroting van 100× (breedte van de groef) en een verticale vergroting van 2000× (diepte van de groef). (Zie afb. 2.)

De gemiddelde groefdiepte werd gelijktijdig met het opmeten van de diepte elektronisch bepaald.

Waarschijnlijk wordt de oppervlaktestrategie-profiel-methode in de toekomst als alternatief voor de radioactieve methode in de Britse norm BS 5136 opgenomen.

^{*)} Van de vier rijen tufts van deze tandenborstel werden twee rijen verwijderd.



Afb. 1. Vlakgeslepen testblokje met dentine.



Afb. 2. Slijtageprofiel na poetsproef van 2000 borstelslagen.

Voor deze experimenten werd een enkelvoudige machine gebruikt met de volgende specificaties.

borstelfrequentie	100 borstelslagen p/min;
borstelslag	20 mm;
borsteldruk	2 N;
type tandborstel	merkloos.

De gebruikte tandenborstels zijn van het type, dat in de Verenigde Staten altijd voor de A.D.A.-slijtagetests wordt gebruikt. Ook hier werd de tandpasta verdund met water op dezelfde manier als bij het voorgaande experiment beschreven.

Tandpasta's

Voor het onderzoek zijn een aantal tandpasta's van de Nederlandse markt gekozen. Het gaat hier om de meest verkochte tandpasta's en een tweetal nieuw geïntroduceerde: Zendium® en Clin-Dent®. De overige zijn: Aqua Fresh, Azur, Blendamed®, Colgate, Elmex®, Everclean fluor, Macleans (blauw), Macleans (rood), Prodent fluor, Prodent, Signal, Ultrabrite. Voor dit onderzoek werd gebruik gemaakt van dezelfde referentiepasta als in de Britse norm genoemd. Het gaat om een tandpasta op basis van CaCO₃ met de volgende samenstelling (in gewichtsprocenten):

CaCO ₃	40%
Glycerol	23%
Natrium carboxymethylcellulose	1,40%
Dodecyl natriumsulfaat	1,00%
Natriumsilicaat	0,50%
Natriumsaccharinaat	0,15%
Formaline	0,10%
Pepermuntolie	0,80%
Aqua dest.	33,05%

Resultaten

In tabel I zijn de resultaten van alle metingen samengevat. In de Britse norm wordt gesteld dat de maximale slijpende werking van een tandpasta op dentine twee maal zo hoog mag zijn als die van de referentiepasta. Wij stellen deze maximaal toegestane waarde op 100%.

Voor de slijtagemetingen op goud kunnen wij een zelfde norm vaststellen. De uitkomsten op goud en dentine zijn echter niet direct te vergelijken, omdat deze beide zijn gerelateerd aan de waarde van de referentiepasta op goud resp. dentine.

Alle slijtagemetingen zijn in drievoud uitgevoerd. De nauwkeurigheid is $\pm 10\%$ voor de meting van het gewichtsverlies en $\pm 15\%$ voor de meting van het oppervlakteprofiel.

De overige metingen zijn alle eenmaal uitgevoerd.

Discussie

Hoewel het duidelijk is, dat geen slijtage de meest gewenste situatie is, wijzen, zoals in de inleiding reeds is aangehaald, verschillende onderzoekingen uit, dat de reinigende werking gekoppeld is aan de slijpende werking van de pasta (Davis, 1978; Sturzenberger, 1978).

Geen slijtage betekent dan tevens geen reinigende werking voor wat betreft het verwijderen van kleuraanslag (Hefferen, 1974; Davis, 1975). De A.D.A. (1970) geeft alleen een methode voor de bepaling van de slijpende werking, maar wenst geen maximumwaarde te stellen. In de Britse norm wordt wel een maximum toelaatbare waarde voor de slijtage genoemd, maar geen minimum.

Tabel I. Resultaten onderzoek.

- I. Slijtage op goud (in procenten van maximum).
- II. Slijtage op dentine (in procenten van maximum).
- III. Zuurgraad.
- IV. Bovengrens deeltjesgrootte slijpmiddel in μm .
- V. Drooggewicht tandpasta in % van het begingewicht.

	I	II	III	IV	V
Aquafresh	67	58	8,8	40	82
Azur	77	28	6,2	45	82
Blendamed	33	23	8,5	15	56
Signal	58	52	6,6	40	70
Macleans rood	93	52	8,9	40	79
Macleans blauw	84	58	9,6	40	72
Elmex	23	37	5,4	40	42
Ultrabrite	68	36	8,7	20	65
Prodent fluor	34	27	6,1	25	57
Prodent	7	19	9,3	20	49
Colgate	26	19	7,4	35	60
Zendium	52	18	6,0	40	58
Clin-Dent	88	49	9,4	40	73
Everclean fluor	28	27	6,3	25	55
Elmex ^{*)}	-	18	7,0	-	-

^{*)} Bij deze proef is de pH van de tandpastabrei op 7 gebracht (zie onder *Discussie*).

Het maximum – twee maal de waarde van de standaardpasta – voor dentine is niet gebaseerd op klinisch onderzoek, maar op een berekening van de hoeveelheid materiaal, die bij de laboratoriumexperimenten wordt weggepoetst.

De standaardpasta geeft in een experiment van 2000 borstelslagen een gemiddelde groefdiepte die varieert van 3-5 μm .

Uitgaande van 50 borstelslagen per dag op één plaats in het gebit vindt men een maximaal toegestane slijtage van 0,8 – 1,4 mm dentine na 15 jaar. Hierbij moet wel aangetekend worden, dat dit aantal borstelslagen alleen gehaald wordt bij grondig en langdurig tanden poetsen.

Het is opvallend dat de rangorde van slijtage op goud en dentine verschillend is. Azur (77 resp. 28), Macleans (93 resp. 52) en Zendium (52 resp. 18) geven een relatief hogere uitkomst op goud dan op dentine. Voor Elmex (23 resp. 37) geldt juist het omgekeerde.

De uitkomst van Elmex op dentine hangt wellicht samen met de zuurgraad van deze tandpasta, zoals tabel I laat zien. Het zuur etst en verzwakt (Davidson, 1973) de dentine, zodat een hogere slijtage gemeten wordt.

Als wij de Britse norm voor slijtage van dentine hanteren, blijkt dat geen van de onderzochte tandpasta's de maximumwaarde haalt of zelfs maar benadert. Alle tandpasta's voldoen dus aan de norm.

Het lijkt gewenst in de toekomst alle tandpasta's te testen met de oppervlakteprofiel-methode, zoals die hier

beschreven is. De testmethode op goud is minder geschikt, omdat dit materiaal zich anders gedraagt dan de natuurlijke tandmaterialen. De meeste tandpasta's bevatten slijpmiddelen met een lagere hardheid dan die van glazuur. Het valt daarom te verwachten, dat de slijpende werking op glazuur gering zal zijn. Een aantal slijpmiddelen, zoals dicalciumfosfaat, siliciumoxyde hebben hardheden, gelijk aan of hoger dan die van glazuur.

De slijpende werking kan met deze stoffen snel toenemen. Het is daarom goed om ook, zoals in de Britse norm, de slijtage op glazuur te onderzoeken. Verder onderzoek is daarom gewenst. De andere onderzochte grootheden, deeltjesgrootte, slijpmiddel en drooggewicht, leveren geen nieuwe informatie op. Er is geen duidelijk verband tussen deze grootheden en de slijpende werking van de tandpasta's

De zuurgraad van tandpasta's mag volgens de Britse norm niet buiten het gebied van pH = 4,5 tot pH = 10,5 liggen. Alle onderzochte pasta's voldoen aan deze eis.

Summary:

A weight loss measurement of gold and a surface profile method on dentin were used to determine the abrasivity of toothpastes. Particle size of the abrasive, pH and dry weight of the toothpaste are also given. The assessment of the results is done according to the British standard for toothpastes.

Literatuur:

1. A.D.A. (1970): American Dental Association, Abrasivity. J Am Dent Ass 81: 1177.
2. Ashmore, H., van Abbe, N.J., Wilson, S.J., (1972): The measurement in vitro of dentine

abrasion by toothpaste. Brit Dent J 133: 60-66.

3. ASTM (1964): Fineness of dispersion of pigment vehicle systems. ASTM1210-64.
4. BSI (1974): British Standard Organisation BS 5136.
5. Davidson, C. L. (1973): Ontharding van glazuur: Academisch proefschrift, Groningen.
6. Davis, W. B., Winter, P. J. (1976): Measurement in vitro of enamel abrasion by dentifrice. J Dent Res 55: 970-975.
7. Davis, W. B. (1975): Reduction in dentin wear resistance by irradiation and effects of storage in aqueous media. J Dent Res 54: 1078-1081.
8. Davis, W. B., Winter, P. J. (1977): Dietary erosion of adult dentine and enamel. Brit Dent J 143: 116-119.
9. Davis, W. B. (1978): Studies with calcium-carbonate abrasive systems. London, September 1978, unpublished.
10. Eccles, J. D., Jenkins, W. G. (1973): Dental erosion and diet. J Dent 2, 153-159.
11. Grabenstetter, R. J., Broge, R. W., Jackson, R. L., Radike, A. W. (1958): The measurement of the abrasion of human teeth by dentifrice abrasives: a test utilizing radioactive teeth. J Dent Res 37: 1060-1068.
12. Hefferen, J. J. (1974): How abrasive should a toothpaste be? Pharmacy Times 50-52.
13. Kitchin, P. C., Robinson, M. B. G. (1948): How abrasive need a toothpaste be? J Dent Res 27: 501-506.
14. Radentz, W. H., Barnes, G. P., Cutright D. E. (1976): A survey of factors possibly associated with cervical abrasion of tooth surfaces. J Periodontol 47: 148-154.
15. Saxton, A. (1978): Persoonlijke mededeling.
16. Schwartz, R. S., Massler, M. (1969): Tooth accumulated materials: a review and classification. J Periodontol 40: 407-414.
17. Sturzenberger, O. P. (1978): Studies with calciumphosphate abrasive systems. London September, 1978, unpublished.
18. Wright, K. H. R. (1969): The abrasive wear resistance of human dental tissues. Wear 14: 263-284.
19. Wright, K. H. R. (1979): Persoonlijke mededeling.

De Boelelaan 1115,
1081 HV Amsterdam.

December 1979.

BLADVULLING

Onderzoek in Zweden heeft het belang aangetoond van 'professional toothcleaning' (een regelmatig toegepaste mechanische reiniging van het gebit, gecombineerd met fluoridebehandeling en informatieverstrekking). Eén 'professional tooth-

cleaner' zou in staat zijn \pm 1000 mensen – zo goed als cariësvrij te houden. Voor ons land betekent dit dat 2000 mondhygiënisten het cariësprobleem bij de Nederlandse schooljeugd zouden kunnen oplossen. Er dient haast te worden gemaakt met de bestudering van de mogelijkheden op dit gebied.

(Stelling bij het proefschrift van Tj. Tijmstra; Sociologie en Tandheelkunde: resultaten van een gecombineerd sociaal-wetenschappelijk en tandheelkundig onderzoek. Groningen, april 1980.)